



Une analyse de R&D industrielle de longue période : le cas de l'industrie informatique

Christian Genthon

► To cite this version:

Christian Genthon. Une analyse de R&D industrielle de longue période : le cas de l'industrie informatique. *Innovations - Revue d'économie et de management de l'innovation*, 2007, 25, pp.69-84. halshs-00146804

HAL Id: halshs-00146804

<https://shs.hal.science/halshs-00146804>

Submitted on 29 Sep 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



LABORATOIRE D'ECONOMIE DE LA PRODUCTION
ET DE L'INTEGRATION INTERNATIONALE

UMR 5252 CNRS - UPMF

NOTE DE TRAVAIL

N° 46/2007

**Une analyse de R&D industrielle de longue
période : le cas de l'industrie informatique**

Christian Genthon

2007

UNE ANALYSE DE R&D INDUSTRIELLE DE LONGUE PERIODE : LE CAS DE L'INDUSTRIE INFORMATIQUE

Résumé

Cet article revisite le thème des rapports entre innovation, profitabilité et grandeur des entreprises à partir d'une analyse de longue période (18 ans de 1983 à 2000) de l'industrie informatique. La dynamique industrielle de cette industrie nous induit à émettre l'hypothèse que cette industrie a vécu un changement de régime de concurrence sur la période. Le travail empirique est réalisé à partir d'une base de données propriétaire construite sur les 60 premières entreprises du secteur. Les résultats montrent qu'il n'existe pas de relation entre intensité de R&D et dimension des entreprises, ni entre R&D et profits. Par contre, la relation entre profit et dimension est plus complexe : elle dépend de la période considérée et donc de l'organisation industrielle du secteur.

Abstract

This article takes another look at the theme of the relations between innovation, profitability and size from a long-term analysis (18 years from 1983 to 2000) of the computer industry. The industrial dynamics of the industry induces us to hypothesize that a change into the industrial organisation has taken place during the period. The empirical analysis is realised from a proprietary database built upon the sixty first firms of the sector. It is shown that no relation exist between R&D spending and size of the firm. It is also shown that the same occurs between R&D spending and profitability. On the other hand, the relation between profit and size is more complex: it depends on the time period studied and so on the industrial organisation of the industry.

Mots-clés : R&D, dimension des firmes, profitabilité, industrie informatique, organisation industrielle.

JEL classification : L1, L6, O3.

Introduction

L'objet de cet article est d'interroger un des thèmes traditionnels de l'économie de l'innovation, à savoir les rapports entre innovation, dimension et profitabilité des entreprises. L'approche est empirique. Elle est fondée sur une évaluation de l'industrie informatique sur longue période (18 ans). Pour cela, nous nous appuyons d'une part sur une analyse de la dynamique industrielle de l'industrie informatique à partir de la notion de régime de concurrence d'un secteur et d'autre part sur les acquis de la recherche sur les rapports entre innovation, profitabilité et dimension des entreprises. Nous testons ensuite, empiriquement, un certain nombre de prédictions tirées de ces deux cadres analytiques. Nous montrons qu'il n'existe pas de relation entre dépenses de R&D et dimension des entreprises. Nous trouvons que les dépenses de R&D n'ont pas d'impact sur la profitabilité des entreprises. Nous établissons enfin que les déterminants de la profitabilité peuvent être différents, dans la même industrie, à des temps différents (précisément la dimension des entreprises).

L'article est organisé en trois parties. Nous présentons d'abord une analyse de la dynamique de l'industrie informatique sur longue période à partir des outils de l'économie industrielle. La seconde partie introduit aux méthodes et résultats déjà obtenus sur le thème des rapports entre R&D, grandeur et profitabilité des firmes. Enfin, la troisième partie présente l'analyse empirique réalisée à partir de notre base de données.

1 - Dynamique industrielle du secteur informatique

On définit le régime de concurrence d'une industrie comme l'articulation entre les quatre champs habituels de l'organisation industrielle (*industrial organisation*) : conditions de base, concurrence, stratégies et performances. Ces quatre champs interagissent pour former, dans chaque secteur, une configuration originale, à un moment donné. Notre hypothèse est que dans chaque industrie existe, pour un temps donné, une articulation spécifique entre les quatre champs rappelés ci-dessus. Cette *industrial organisation* a les propriétés d'une structure et possède une certaine permanence temporelle. La stabilité dynamique du système est assurée par la cohérence de l'articulation des champs. Mais l'innovation, qu'elle vienne de l'intérieur ou de l'extérieur de l'industrie, peut remettre en cause l'organisation industrielle existante, ce qui entraîne une situation de crise et de transition suivie de la mise en place d'une nouvelle organisation industrielle. Notons ici que la plupart des innovations sont en général absorbées par l'organisation industrielle en place sans modifications de celle-ci. Autrement dit, la dynamique sectorielle doit être vue à deux niveaux : des évolutions dites mineures avec lesquelles le secteur se déplace parallèlement à lui-même et des évolutions dites majeures qui sont caractérisées par un changement de direction, si l'on veut accepter la métaphore topologique.

Dans le cas de l'industrie informatique¹, une rupture a eu lieu dans les années 1990, rupture provoquée par l'invasion de la standardisation dans une industrie qui s'y était refusée pendant des décennies. En effet, le régime de concurrence du secteur, des années 1950 à la fin des années 1980, est précisément fondé sur la *non* compatibilité des produits/systèmes des différents offreurs : chacun utilisant un ou des systèmes d'exploitations *propriétaires* qui assurent la fidélisation de la clientèle. On est dans une situation de concurrence monopolistique avec différenciation des produits native. La dynamique de l'innovation, initiée aux Etats-Unis autour du couple *spin off* des entreprises ou des centres de recherche et capital risque ne remet jamais en cause cette organisation industrielle. C'est même sur ces principes que l'innovation se développe : une nouvelle application, un nouveau produit fondé sur un système d'exploitation *approprié* et donc naturellement propriétaire. Notons que les barrières à l'entrée diminuent à mesure que l'on s'éloigne des grands systèmes (*mainframes*) car le *lock in* des utilisateurs dépend des investissements logiciels spécifiques. En fait, l'organisation industrielle fondée sur la non-compatibilité des systèmes d'exploitation introduit l'innovation au coeur de sa dynamique car les grandes entreprises du secteur sont capables, grâce à leurs capacités génériques de R&D, de rattraper les innovateurs et de partager, avec les meilleurs d'entre eux, le marché que ces derniers ont ouvert. Un continuum de cycles d'innovation / rattrapage est en place avec l'élargissement du champ d'utilisation de l'outil informatique. Prenons l'exemple de la mini-informatique inventée par DEC avec le PDP8 en 1965. Si cette innovation a permis à DEC de devenir vingt ans plus tard le numéro deux de l'industrie informatique, elle a aussi été l'occasion pour de nouveaux entrants de se déployer, comme Hewlett-Packard et Data General. Elle a enfin été « copiée » par les grands acteurs, en particulier IBM avec son Système 7 puis S36 et S38 et enfin avec l'AS400 qui est aujourd'hui la première famille de mini-ordinateurs au niveau mondial. On comprend que la

¹ Sur l'industrie informatique, voir Brock (1975), Stoneman (1976), Flamm (1987 & 1988), Fransman (1995), Genthon (1995), Bresnahan & Greenstein (1999), Genthon (2004).

R&D soit centrale dans ce système : pour les nouvelles entreprises innovantes, c'est cette innovation qui leur permet d'inventer de nouveaux produits/marchés qui vont assurer leur croissance tandis que les entreprises installées quant à elles mettent en place des stratégies de rattrapage grâce à leurs capacités de R&D. La cohérence de l'organisation industrielle implique par exemple, que les politiques de prix soient compatibles avec des dépenses de R&D élevées. Cette organisation industrielle a perduré jusqu'à ce qu'IBM n'en modifiât les règles du jeu en introduisant au début des années 1980, un produit, le PC, dont il ne contrôlait pas le système d'exploitation². Cette rupture ouvrait l'ère des standards qui allaient induire un changement structurel de l'industrie.

Le nouveau régime de concurrence, fondé sur les standards et les systèmes ouverts, a entraîné l'industrie vers la production de masse et la réduction de la diversité. Dans ces conditions, l'intégration verticale qui caractérisait le secteur a largement disparu et les pièces détachées (mémoires de masse, périphériques) sont produites par des fournisseurs spécialisés qui bénéficient d'économies d'échelle. Processeurs et systèmes d'exploitation sont dans la même situation. Les activités de montage sont elles-aussi sous-traitées. La différenciation des produits, entendue dans le sens de clientèle captive (systèmes d'exploitation propriétaires) a, elle aussi, disparu pour la majorité du marché (micro, serveurs, stations de travail). La variété, que l'on peut identifier au sens de nombre de systèmes d'exploitation différents et de nombre de processeurs différents utilisés a considérablement diminué. La conséquence attendue de cette évolution est que la concurrence oligopolistique est aujourd'hui fondée principalement sur un marketing classique et plus marginalement sur l'innovation technologique et les dépenses de R&D.

Ce cadre interprétatif est-il congruent avec les données empiriques et si c'est le cas, quelles conjectures peut-on émettre sur les déterminants de l'innovation ? De nombreux travaux ont été réalisés sur l'innovation dans l'industrie informatique mais peu ont été élaborés à partir de séries statistiques³. D'un autre côté, la plupart des études empiriques sur l'innovation ont été des études *cross-section* ne pouvant porter qu'une attention limitée à la dimension sectorielle. Nous proposons pour notre part d'utiliser des séries longues sur une seule industrie, ici l'industrie informatique. Mais auparavant, il paraît nécessaire de rappeler brièvement l'état de la question.

2 – Innovation, taille des entreprises et profitabilité

a) Innovation et dimension des entreprises

La conjecture schumpétérienne des années 1940 émet l'hypothèse d'un avantage de la grande entreprise en matière d'innovation, ce qui peut se traduire par le fait que l'activité innovante des entreprises croît plus vite que leur taille. Les arguments sont de plusieurs ordres : les imperfections du marché du capital donneraient un avantage aux grandes firmes pour se lancer dans des projets incertains comme ceux de l'innovation ; des économies d'échelle existeraient en R&D ; les retours de R&D seraient plus importants du fait de la possibilité de ventiler cette dernière sur un plus grand nombre de ventes (*cost spreading*) ; des complémentarités existeraient, dans les grandes firmes, entre la R&D et les autres activités de la firme. Dans l'autre sens, les déséconomies de la grande entreprise, soit les coûts bureaucratiques, rendraient les activités de R&D moins productives avec l'augmentation de la

² Le développement initial de la micro-informatique s'est inscrit dans le cadre présenté : Apple, Tandy et Commodore, les trois leaders des années 1977 - 1982 proposaient des machines incompatibles car disposant chacune d'un système d'exploitation propriétaire.

³ Des exceptions sont Momigliano (1983), Graves (1988) et Hansen & Hill (1991), mais ces auteurs ne traitent pas des mêmes sujets que nous.

taille des entreprises. Aussi, faut-il s'arrêter sur les conséquences des diverses hypothèses : un avantage de la grande entreprise devrait se traduire par une intensité de R&D plus faible par rapport à la petite ou moyenne entreprise ; de même, un désavantage devrait se traduire par une intensité de R&D plus importante pour la grande entreprise (toujours par rapport à la petite ou moyenne entreprise). Mais les arguments peuvent être renversés. La grande entreprise ayant une profitabilité supérieure peut dégager plus de ressources pour des activités de R&D. Une intensité de R&D supérieure pour la grande entreprise serait, dans ce cas, le signe d'un avantage de cette dernière (Cohen & Klepper, 1996).

Les tests économétriques régressent une mesure de l'activité d'innovation⁴ (input ou output) sur une mesure de la taille (chiffre d'affaires ou autre). Les recherches des années 1970 utilisant des échantillons *cross-section* concluaient « that firm size is associated with increasing R&D intensity up to some threshold » (Cohen et alii, 1987, p. 545). Les résultats de ce type de travail économétrique sont assez rapidement apparus peu solides car deux sortes de variables étaient « mal traitées » : les variables de contrôle de type sectoriel ainsi que l'appartenance des grandes entreprises, toujours sur-représentées dans les échantillons, à plusieurs secteurs (Cohen & Levin, 1989). Les travaux plus récents visèrent à un meilleur contrôle de ces variables. Par exemple, Cohen et alii (1987), en partant des statistiques du Line of Business Program⁵ de la Federal Trade Commission, ont montré que ni la grandeur de la *Business Unit*, ni celle de la firme n'affectent la propension à l'innovation (mesurée par l'intensité de R&D). Lee (2002) obtient les mêmes résultats et un large consensus semble exister sur ce thème.

b) Profitabilité et taille des entreprises

La grande firme doit bénéficier, jusqu'à un certain point, des économies d'échelle. Mais elle peut aussi bénéficier de pouvoir de marché si le taux de concentration est élevé. De nombreux travaux *cross-section* ont tenté d'évaluer ces hypothèses.

Ravenscraft (1983), à partir de 3186 *lines of business* de 258 secteurs de la Federal Trade Commission (FTC) pour 1975, évalue le modèle suivant :

$$\text{TxProfit} = a + b \text{ part de marché} + c \text{ taux de concentration (CR4)} + \text{divers.}$$

Le taux de profit est corrélé à la part de marché mais pas au taux de concentration.

Schmalensee (1985), à partir des données de la FTC, montre que la variance de la profitabilité est expliquée principalement par les « industry effects », que la contribution de la part de marché est négligeable (bien que significative) et que les « firms effects » sont non significatifs.

Amato & Wilder (1985) à partir des données IRS classant les dimensions des firmes en 7 classes et avec 258 observations évaluent le même type de modèle. Ils ne trouvent pas de corrélation entre profit et dimension des entreprises: "Our conclusion, that there is no relationship between firm size and profit rate, is contrary to many of the earlier studies which have found a positive relationship." (p. 188).

⁴ En principe, les indicateurs d'output sont plus pertinents que ceux d'input. Dans ce dernier cas, on dispose soit des brevets, soit d'évaluations d'experts des innovations. Les brevets sont peu significatifs dans le cas de l'industrie informatique et les évaluations d'experts sont difficiles à mettre en place. C'est donc la mesure de la R&D qui est le plus souvent utilisée - sur ces problèmes, voir Cohen & Levin, 1989.

⁵ Evitant les problèmes liés à l'appartenance des grandes entreprises à plusieurs secteurs.

Scott & Pascoe (1986), à partir de 2759 *lines of business* de la FTC pour les années 1974-1976 évaluent un modèle plus complet (incluant des variables concernant l'industrie, la firme et la *line of business*). Ils concluent : "The second (result) is that there are significant firm effects on profitability." (p. 291).

Amato & Wilder (2004), à partir du *Fortune 500* pour les années 1989-1992, adressent les mêmes questions. Ils trouvent que la part de marché explique significativement la profitabilité des firmes.

Ces travaux sont cross section et (sauf le dernier) sont réalisés à partir de firmes américaines. Ils ont cherché à séparer les effets firme et industrie sur la profitabilité. Les résultats sont contrastés et en fin de compte, les relations entre profit et dimension des entreprises ne semblent pas assurées. Notons que la question qui nous intéresse est plus précisément d'explorer les déterminants de la profitabilité *dans* une industrie.

c) Innovation et profitabilité

L'innovation permet un avantage compétitif car elle entraîne une position de monopole ou de quasi monopole jusqu'à ce que les concurrents puissent l'imiter. Elle doit donc amener à la formation d'un profit supérieur. Cet avantage ne doit être que temporaire. Mais on peut aussi imaginer des entreprises qui font, systématiquement, le pari de l'innovation. D'un autre côté, le coût de l'imitation est *a priori* plus faible que celui de l'innovation. De plus, certains travaux ont montré que la R&D d'une firme profite à ses concurrents (*spillover*) (Jaffe, 1986). On voit que le *trade off* entre innovation et imitation dépend des coûts et des temporalités respectifs et on peut donc présumer que les rapports entre innovation et profit dépendent de la dimension sectorielle. Par exemple, la protection des brevets doit permettre de « récompenser » l'innovation par des profits supérieurs. Cependant, dans des industries non protégées par des brevets ou des secrets de fabrication, l'innovation peut ne pas être garante de profits supérieurs. Pour autant, les travaux empiriques sur les rapports entre innovation et profitabilité ont en général trouvé une relation positive entre ces deux dimensions. Mais il faut entrer dans le détail des diverses modélisations proposées pour comprendre ces résultats.

Connolly & Hirschey (1984), à partir de 390 firmes du *Fortune 500* de 1977 évaluent plusieurs relations dont la suivante :

$$\text{TxProfit} = a + b \text{ RD/ventes} + c \text{ Publicité/ventes} + d \text{ CR4} + \text{divers.}$$

Les auteurs identifient un effet positif des dépenses de R&D sur les profits alors qu'un effet négatif du taux de concentration (CR4) est reporté.

Geroski et *alii* (1993), à partir de la base de données du SPRU qui identifie les innovations ayant eu un succès commercial en Grande-Bretagne, montrent que la production d'une innovation augmente le taux de profit (ici représenté par le ratio résultat d'exploitation/ventes) d'environ 6% par rapport à la moyenne. Mais les auteurs notent que les firmes innovantes sont en moyennes 7 fois plus grandes que les firmes non innovantes. Le modèle testé est de la forme :

$$\text{TxProfit} = a + b \text{ TxProfit } (-1) + c \text{ Variables d'innovation} + d \text{ variables de spillover (innovations produites et utilisées dans l'industrie)} + e \text{ divers (firmes, secteurs).}$$

Leiponen (2000), à partir de l'enquête innovation du Gouvernement finlandais (années 1990) concernant 209 firmes, évalue la relation suivante :

$TxProfit = a + b \text{ TxProfit } (-1) + c \text{ Variables d'innovation} + d \text{ variables de compétence de la main d'œuvre} + e \text{ divers (firme et secteur)}$.

Globalement, l'auteur identifie une relation positive entre taux de profit et innovation mais la distinction entre innovation de produit et innovation de procédé montre que l'innovation de produit a un effet négatif sur les profits.

Cefis & Ciccarelli (2005), utilisant une méthode « à la Giroski » discriminant innovateurs et non innovateurs mais à partir des brevets, analysent 267 firmes anglaises sur 5 ans de 1988 à 1992. Les auteurs évaluent la relation suivante :

$TxProfit = a + b \text{ TxProfit } (-1) + c \text{ Variables d'innovation} + d \text{ divers (firme et secteur)}$.

Notons que la variable Tx profit est construite comme la différence entre le taux de profit de la firme et celui de la moyenne de l'industrie à laquelle elle appartient. Les auteurs estiment que l'innovation a un effet positif sur la profitabilité des firmes. Ils notent toutefois que « Results are not robust across different estimation methods » (p. 60). Remarquons que, comme pour l'échantillon de Giroski, les firmes innovantes sont plus grandes que les firmes non-innovantes.

D'autres travaux testent « en passant » les rapports entre R&D et profits. C'est le cas, par exemple de Hula (1988) qui, travaillant sur l'impact des dépenses de publicité, évalue entre autres l'équation suivante (95 firmes américaines tirées du premier *Business Week R&D Survey* de 1977) :

$R\&D = a + b \text{ Pub} + c \text{ Profits} + d \text{ Ventes}^2 + e \text{ Divers (firmes et secteurs)}$.

Les résultats de la régression montrent qu'il n'existe pas de relation significative entre R&D et profit.

Ici encore, les travaux *cross-section* ne semblent pas fournir un consensus au sujet des rapports entre innovation et profitabilité des firmes.

Le cadre interprétatif présenté dans la première partie et les acquis de la recherche sur le sujet conduisent à émettre les hypothèses suivantes :

- il n'existe pas de relation entre intensité de R&D et dimensions des entreprises ;
- les relations entre R&D et profit et profit et taille des entreprises sont dépendantes du secteur. Plus précisément, nous émettons l'hypothèse que ces relations sont spécifiques aux régimes de concurrence des secteurs. Nous avons mis en évidence l'existence de deux régimes de concurrence distincts dans l'industrie informatique. On doit alors s'attendre à des relations différenciées en fonction du temps.

Ce sont ces hypothèses que nous allons soumettre à validation empirique.

3 - Analyse empirique

a) Base de données et variables

Pour chaque année, nous effectuons le classement des 60 premières firmes de l'industrie par leur chiffre d'affaires informatique. La base de donnée est constituée du sous-ensemble des firmes réalisant plus de 50 % de leur chiffre d'affaires en informatique⁶. La base de données n'est donc pas cylindrée et chaque année se veut représentative de l'industrie.

⁶ Pour assurer la continuité statistique, une firme qui voit momentanément son ratio informatique/total descendre en dessous de 50% est maintenue. En fait, cela ne concerne que deux firmes japonaises (NEC et OKI).

L'industrie comprend les constructeurs d'ordinateurs et les fabricants de périphériques (appelées pièces détachées ou *parts*), suivant en cela la nomenclature américaine. La base de données contient les résultats des variables suivantes pour les dix neuf années allant de 1982 à 2000 : Chiffre d'affaires total, chiffre d'affaires informatique, R&D, Résultat net, Résultat d'exploitation, (Cf. Annexe pour une évaluation de la représentativité de l'échantillon). Elle est segmentée en une base « constructeurs », une base « parts » et une base « totale ». D'autre part, trois périodes sont explorées : les années 1983 - 1989 (premier régime de concurrence), les années 1993 - 2000 (second régime de concurrence) et l'ensemble de la base (1983 - 2000). Il est bien évident que la période de transition ne correspond pas exactement aux trois années 1990 à 1992. Nous avons donc testé d'autres découpages (par exemple 1983 - 1990 et 1994 - 2000). Les résultats sont en général robustes aux différents découpages. Nous définissons l'intensité de la R&D (IRD) comme le rapport RD/Ca. Les variables de rentabilité choisies sont les ratios Rn/Ca (résultat net sur chiffre d'affaires), Rexp/Ca (résultat d'exploitation sur chiffre d'affaires) et le ratio Cp/Tb (capitaux propres sur total bilan). Rentabilité et effort de R&D diminuent dans le temps, suite principalement à la standardisation.

Tableau 1 : Statistiques descriptives concernant la R&D

%	IRD Total Industrie 1983-2000	IRD Constructeurs 1983-1989	IRD Constructeurs 1993-2000
Moyenne	7,6	9,1	6,2
Ecart type	3,9	3,3	4,2
Médiane	7,4	9,6	5,8
N	679	193	202

Tableau 2 : Statistiques descriptives concernant la rentabilité

%	Rn/Ca Total Industrie 83-2000	Rn/Ca Constructeurs 1983-1989	Rn/Ca Constructeurs 1993-2000
Moyenne pondérée	2,9	6,2	2,4
Ecart type	9,2	7,6	7,8
Médiane	3,5	4,8	1,7
N	679	198	202

b) R&D et dimension des firmes

La tradition utilise comme variable dépendante un ratio de type R&D/chiffre d'affaires (ou R&D/effectifs) et comme régresseur (variable explicative) la variable dimensionnelle correspondante. Cependant, pour améliorer les résultats des régressions, nous utiliserons le modèle autorégressif suivant en utilisant la technique du *data pooling* :

$$IRD = a + b \text{ IRD_1} + c \text{ Ca} \quad (\text{IRD et IRD_1 en \% et Ca en milliards de dollars}).$$

Data Pooling et modèle autorégressif laissent soupçonner des problèmes d'hétéroscédasticité. Etant donné le nombre élevé d'observations, on peut réaliser un test de Breusch-Pagan sur la variable « nom ». Ce test nous permet de choisir entre une estimation par les OLS (*ordinary least squares*) et une estimation par les GLS (*generalized least squares*) clustérisés, avec effets fixes ou effets variables. En fait, une estimation par les OLS s'avère suffisante. L'utilisation des années comme variables muettes ne modifie pas les résultats, de même que le modèle plus simple de Cohen et *alii*. Nous présentons ci-dessous les résultats du modèle autorégressif sans variables muettes.

Tableau 3 : Relation entre IRD et chiffre d'affaires

	Total Industrie			Constructeurs		
	1983-2000	1983-1989	1993-2000	1983-2000	1983-1999	1993-2000
Constante	0,353 (2,93)	0,475 (2,06)	0,192 (1,33)	0,349 (2,38)	0,692 (2,34)	0,072 (0,47)
IRD_1	0,952* (69,37)	0,954* (37,2)	0,948* (54,5)	0,947* (60,7)	0,936* (30,5)	0,925* (51,8)
Ca	-0,003 (-0,84)	0,00001 (0,71)	-0,003 (-0,76)	-0,003 (-0,73)	0,00001 (0,49)	0,001 (0,32)
R ²	0,879	0,860	0,904	0,885	0,832	0,931
N	665	267	318	484	219	201

(valeur de t)

* : $p < 0,001$

Les résultats des régressions indiquent que l'intensité de R&D n'est pas liée linéairement à la grandeur des entreprises (toutes les régressions sont non significatives au taux habituel de 5%). La dimension des entreprises ne semble pas un déterminant de l'intensité de R&D.

c) Profitabilité, dimension des firmes et R&D

Les deux thèmes, bien qu'analytiquement distincts seront étudiés ensembles. Nous spécifions le modèle suivant (tableaux 5, 6 et 7) :

$TxProfit = a + b TxProfit_1 + c PdM + d IRD_1 + \text{variables muettes.}$

TxProfit sera représenté par les ratios Rn/Ca , $Rexp/Ca$ et Cp/Tb .

PdM représente la part de marché de l'entreprise, ici directement corrélée à la dimension de l'entreprise.

IRD_1 représente le ratio R&D/Ca de l'année précédente. L'utilisation d'une évaluation du stock de R&D représentée par la somme des dépenses de R&D sur les trois dernières années ne donne pas des résultats différents et ne sera pas présentée.

Les variables muettes Europe et Japon sont ajoutées au modèle. Les entreprises européennes ont bénéficié d'un certain nombre d'aides qui leur ont permis de survivre tout en ayant souvent des résultats négatifs. Quant aux entreprises japonaises, on sait qu'elles fonctionnent selon d'autres règles que celles du capitalisme libéral américain (Cf. sur notre sujet, Hundley et *alii*, 1996). De plus, les entreprises japonaises actives en informatique sont des conglomérats, ce qui n'est généralement pas le cas des autres acteurs. Enfin, et comme de tradition, d'autres variables muettes représentent les années.

Le sous-secteur des pièces détachées ne s'est véritablement développé qu'à partir des années 1990, grâce encore une fois à la standardisation. Nous avons donc peu d'observations dans les années 1980. D'autre part, ce secteur n'a pas vraiment subi le changement du régime de concurrence puisqu'il s'est développé avec la nouvelle organisation industrielle. En conséquence, nous n'identifierons qu'une seule période pour ce sous-secteur.

Tableau 4 : Relation entre le Taux de résultat net, IRD et PdM

	Parts	Constructeurs	
	1983-2000	1983-1989	1993-2000
Constante	0,025 (0,286)	0,014 (0,744)	-0,005 (-2,205)
TxRn_1	0,198 (2,128)	0,626* (8,197)	0,412* (4,786)
PdM	0,011 (0,400)	0,001 (1,443)	0,003 (1,868)
IRD_1	-0,004 (-1,046)	0,001 (0,726)	-0,001 (-0,790)
Europe	-0,057 (-1,594)	-0,004 (-0,368)	-0,002 (-0,887)
Japon	-0,056 (-0,419)	0,0002 (0,012)	-0,01 (-0,491)
R ²	0,108	0,370	0,241
N	175	185	197

(): valeur de t ; * : p < 0,001 ;

Les variables muettes « années » ne sont pas représentées.

Tableau 5 : Relation entre le Taux de résultat d'exploitation, IRD et PdM

	Parts	Constructeurs	
	1983-2000	1983-1989	1993-2000
Constante	0,128 (-0,330)	0,029 (1,773)	-0,011 (-0,555)
TxRexp_1	0,451* (5,420)	0,775* (14,071)	0,330* (4,437)
PdM	-0,003 (-0,114)	0,001 (0,876)	0,004 (2,673)
IRD_1	-0,003 (-0,651)	-0,001 (-0,624)	-0,002 (-1,164)
Europe	-0,038 (-1,029)	-0,01 (-1,063)	-0,01 (-0,493)
Japon	0,027 (0,196)	0,005 (-0,394)	-0,002 (-0,118)
R ²	0,233	0,659	0,214
N	166	160	190

(): valeur de t ; * : p < 0,001 ;

Les variables muettes « années » ne sont pas représentées.

Tableau 6 : Relation entre le Taux de Cp, IRD et PdM

	Parts	Constructeurs	
	1983-2000	1983-1989	1993-2000
Constante	-0,047 (-0,599)	0,139* (3,384)	-0,019 (-0,403)
Cp/Tb_1	0,866* (14,961)	0,891* (21,916)	0,784* (11,233)
PdM	0,032 (0,809)	0,001 (1,501)	-0,001 (-0,358)
IRD_1	0,008 (1,334)	-0,001 (-0,413)	0,002 (0,718)
Europe	-0,104 (-1,835)	-0,010 (-0,599)	-0,043 (-0,922)
Japon	-0,139 (-0,703)	-0,010 (-0,467)	-0,032 (-0,825)
R ²	0,711	0,896	0,570
N	149	141	187

(): valeur de t ; * : $p < 0,001$;

Les variables muettes « années » ne sont pas représentées.

Une série de tests de Breusch-Pagan a été effectué pour évaluer les problèmes d'hétéroscédasticité. Les résultats de ces tests, présentés en annexe, nous autorisent encore une fois à utiliser les moindres carrés ordinaires.

Certains résultats des régressions sont remarquables et se trouvent en opposition avec la représentation commune. Tout d'abord, il n'y a pas de relation entre la profitabilité des firmes et leur engagement dans des activités de R&D. Autrement dit, la recherche ne procure pas d'avantages et cela quel que soit le taux de profit (TxRn, TxRexp ou Cp/Tb) utilisé dans les régressions et quel que soit le champ analysé (parts ou constructeurs). Ensuite, le cas de la variable PdM est plus complexe. Bien que son impact sur la rentabilité soit faible, on peut distinguer deux périodes : de 1983 à 1989, cette variable n'est pas significative (au taux de 5%) alors qu'elle l'est de 1993 à 2000. Cette assertion n'est pas vraie pour la variable Cp/Tb mais une explication s'impose assez vite : les grandes firmes du moment propriétaire ont subi très lourdement le changement du régime de concurrence : elles ont eu des résultats fortement négatifs entre 1989 et 2003. Cela a dégradé leur ratio Cp/Tb alors qu'elles ont maintenu des parts de marché non négligeables. Enfin, notons que les variables muettes Europe et Japon ne sont jamais significatives.

Conclusion

Les résultats de l'analyse empirique peuvent être résumés ainsi :

- La dimension d'entreprise n'explique pas l'intensité de R&D de l'industrie informatique.
- Il n'y a pas de relation entre innovation et profitabilité des entreprises dans ce secteur. Ce résultat est validé sur longue période et semble robuste. On retrouve là une conclusion esquissée par Leiponen (2000) qui n'identifie pas de relation entre profitabilité et innovation dans les industries de produits. Or l'informatique est une industrie de produits.
- La recherche des déterminants de la profitabilité incite à penser que ce n'est pas seulement au niveau global du secteur qu'il faut chercher à les identifier. La dimension temporelle est à

prendre en compte. Les tests économétriques concernant les PdM montrent des résultats différents pour les deux périodes identifiées.

Travaillant à partir des caractéristiques d'opportunités technologiques et d'appropriabilité, Malerba & Orsenigo (1996) ont introduit le concept de régime technologique, avec l'objectif d'identifier des ensembles d'industries qui possèdent des déterminants semblables. Ils montrent qu'il existe fondamentalement deux régimes technologiques, précisément ceux présentés par Schumpeter. Nous pensons qu'il faut rechercher les déterminants de l'innovation à un niveau plus fin. Généralement, on peut imaginer que les processus d'innovation sont largement *industry specific*. Plus précisément, notre recherche tend à montrer que les déterminants de l'innovation et de la profitabilité ne sont pas simplement *industry specific* mais sont *historically industry specific*. En fait, le régime d'innovation (ou le régime technologique) d'un secteur fait partie de / est inclus dans / est un élément du / est une dimension ... de l'organisation industrielle d'un secteur. Il se modifie avec cette dernière. Le régime d'innovation est spécifique à un moment d'une industrie. D'où peut-être la difficulté à établir des lois génériques.

Cette réflexion s'appuie sur un travail dont nous tenons à souligner les limites. En effet, les propositions présentées ne permettent pas de disposer d'une analyse complète des changements structurels de l'industrie informatique. Même en se restreignant au thème de la R&D, il faut d'une part, approfondir la réflexion sur les déterminants de l'innovation et d'autre part, explorer plus avant les effets de l'innovation.

ANNEXE

Représentativité de l'échantillon

Une triple représentativité est à vérifier :

- celle de l'industrie elle-même, au sens secteur/branche, soit : CA informatique des firmes réalisant plus de 50% de leur CA en informatique / CA informatique total des 60 : on obtient une valeur comprise entre 79% et 82% en fonction des années.
- celle de l'échantillon, soit : CA informatique des firmes de notre échantillon / CA informatique total des 60 : on obtient une valeur comprise entre 76 % et 80%.
- celle des 60 sur l'ensemble de l'industrie : elle est supérieure à 80%.

Une dernière précision concerne le ratio CA informatique / CA total de notre échantillon : il varie entre 85% et 90% selon les années : on est bien dans une logique de *Business Units*.

Tests de Breusch-Pagan var (u) = 0

Rn/Ca

	Parts	Constructeurs	
	1983-2000	1983-1989	1993-2000
Chi2 (1)	1,31	0,91	0,63
Prob > chi2	0,25	0,34	0,43

Rexp/Ca

	Parts	Constructeurs	
	1983-2000	1983-1989	1993-2000
Chi2 (1)	0,34	0,06	0,15
Prob > chi2	0,56	0,81	0,70

Cp/Tb

	Parts	Constructeurs	
	1983-2000	1983-1989	1993-2000
Chi2 (1)	0,05	0,47	1,58
Prob > chi2	0,82	0,49	0,21

Dans tous les cas, on ne peut rejeter l'hypothèse que la variance de u soit égale à zéro. Dit autrement, on ne peut repousser l'hypothèse que les termes d'erreurs ne soient pas homocédastiques : le modèle OLS est donc préférable au modèle GLS.

Bibliographie

- Amato L. & Wilder R. (1985), "The Effects of Firm Size on Profit Rates in U.S. Manufacturing", *Southern Economic Journal*, Vol. 52, 181-190.
- Bresnahan T. & Greenstein S. (1999), "Technological competition and the structure of the computer industry", *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 67, 1-40.
- Brock G. (1975), *The US Computer Industry: A Study of Market Power*, Cambridge, Ballinger Editor.
- Cefis E. & Ciccarelli M. (2005), "Profits Differentials and Innovation", *Econ. Innov. New Techn.*, Vol. 14, 43 – 61.
- Cohen W. & Klepper S. (1996), "A reprise on size and R&D", *The Economic Journal*, Vol. 106, 925-951.
- Cohen W. & Levin R. (1989) "Empirical Studies of Innovation and Market structure", in Schmalensee & Willig, ed., *Handbook of Industrial Organisation*, Amsterdam, North Holland.
- Cohen W., Levin R. & Mowery D. C., (1987) « Firm size and R&D intensity: A re-examination », *Journal of Industrial Economics*, Vol. 35, 543-563.
- Connolly R. & Hirschey M., (1984), "R&D, market structure and profits: a value-based approach", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 66, 682-686.
- Flamm K. (1988), *Creating the Computer*, Washington, The Bookings Institution.
- Flamm K. (1987), *Targeting the Computer*, Washington, The Bookings Institution.
- Fransman M. (1995), *Japan's Computer and Communications Industry*, Oxford, Oxford University Press.
- Genthon C. (1995), *Croissance et crise de l'industrie informatique mondiale*, Paris, Syros.
- Genthon C. (2004), *Analyse sectorielle : méthodologie et application aux technologies de l'information*, Paris, L'Harmattan.
- Geroski P., Machin S. & Van Reenen J. (1993), "The profitability of innovating firms", *RAND Journal of Economics*, Vol. 24, 198 – 211.
- Graves S. (1988), "Institutional ownership and corporate R&D in the computer industry", *Academy of Management Journal*, Vol. 31, 417-428.
- Hansen G. & Hill C. (1991), "Are institutional investors myopic? A time-series study of four technology-driven industries", *Strategic Management Journal*, Vol. 12, 1-16.

Hula D. (1988), "Advertising, new product profit expectations and the firms' R&D investment decisions", *Applied Economics*, Vol. 20, 125-142.

Hundley G., Jacobson C. & Park S. (1996), "Effects of profitability and liquidity on R&D intensity: Japanese and U.S. companies compared", *Academy of Management Journal*, Vol. 39, 1659 – 1674.

Jaffe A. (1986), "Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firm' Patents, Profits, and Market Value", *American Economic Review*, Vol. 76, 984-1001.

Malerba F. & Orsenigo L. (1996), "Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific", *Research Policy*, N° 26, 451-478.

Lee C.-Y., (2002) Industry R&D Intensity Distributions : Regularities and Underlying Determinants, *Journal of Evolutionary Economics*, Vol. 12, 307–341.

Leiponen A. (2000), "Competencies, Innovation and Profitability of Firms", *Econ. Innov. New Techn.*, Vol. 9, 1 – 24.

Momigliano F. (1983), "Determinanti ed effetti della R&D in un'industria ad alta opportunità tecnologica: un'indagine econometrica", *L'industria*, A 4, 61-109.

Ravenscraft D. (1983), "Structure Profit Relationship at the Line of Business and Industry Level", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 65, 22 – 31.

Schmalensee R. (1985), "Do markets differ much?", *American Economic Review*, Vol. 75, 341 – 351.

Schmalensee R. & Willig R., ed., (1989), *Handbook of Industrial Organisation*, Amsterdam, North Holland.

Scott J. & Pascoe G. (1986), "Beyond firm and industry effects on profitability in imperfect markets", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 68, 284-292.